

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re U.S. Patent Application of)
ATSUMORI et al.)
Application Number: To be Assigned)
Filed: Concurrently Herewith)
For: TRAINING ASSISTANT SYSTEM)
ATTORNEY DOCKET No. NITT.0184)

**Honorable Assistant Commissioner
for Patents
Washington, D.C. 20231**

**REQUEST FOR PRIORITY
UNDER 35 U.S.C. § 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Sir:

In the matter of the above-captioned application for a United States patent, notice is hereby given that the Applicant claims the priority date of March 26, 2003, the filing date of the corresponding Japanese patent application 2003-084339.

A certified copy of Japanese patent application 2003-084339 is being submitted herewith. Acknowledgment of receipt of the certified copy is respectfully requested in due course.

Respectfully submitted,

Stanley P. Fisher
Registration Number 24,344

Juan Carlos A. Marquez
Registration Number 34,072

REED SMITH LLP
3110 Fairview Park Drive
Suite 1400
Falls Church, Virginia 22042
(703) 641-4200
February 5, 2004

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application : March 26, 2003

Application Number : Patent Application No. 2003-084339

Applicant (s) : Hitachi, Ltd.

Dated this 10th day of December, 2003

Shinichiro OTA
Commissioner,
Patent Office

Certificate No. 2003-3102304

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月26日
Date of Application:

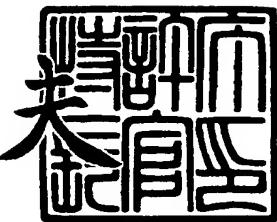
出願番号 特願2003-084339
Application Number:
[ST. 10/C] : [JP2003-084339]

出願人 株式会社日立製作所
Applicant(s):

2003年12月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康



【書類名】 特許願

【整理番号】 NT02P1005

【提出日】 平成15年 3月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 A61B 5/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所 基礎研究所内

【氏名】 敦森 洋和

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所 基礎研究所内

【氏名】 山本 剛

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所 基礎研究所内

【氏名】 平林 由紀子

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所 基礎研究所内

【氏名】 田中 尚樹

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所 基礎研究所内

【氏名】 木口 雅史

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所 基礎研究所内

【氏名】 佐藤 大樹

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所 基礎研究所内
【氏名】 川口 英夫

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所 基礎研究所内
【氏名】 桂 卓成

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所 基礎研究所内
【氏名】 山本 由香里

【特許出願人】

【識別番号】 000005108
【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男
【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助
【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 訓練支援装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被訓練者に訓練課題や訓練内容を表示する訓練課題表示手段と、訓練課題や訓練内容に応じた被訓練者の応答を取り込むことのできる被訓練者応答手段と、被訓練者の脳活動を計測するための脳計測手段と、前記訓練課題表示手段の表示を制御し、且つ前記被訓練者応答手段から得る応答結果と、前記脳計測手段から得る訓練実行過程の被訓練者の脳活動の計測結果を少なくとも反映して、次に行うべき訓練課題を決定する情報処理装置とを備えることを特徴とする訓練支援装置。

【請求項 2】

前記脳計測手段は脳の複数部位の脳活動を計測可能であり、前記複数部位の中から訓練結果の評価および次に行うべき訓練課題の決定に用いる注目部位を選択する手段を有する請求項 1 記載の訓練支援装置。

【請求項 3】

前記情報処理装置は前記訓練課題の表示に先立ち、訓練過程での適切な注目部位を選択するための探索課題を表示するように、前記訓練課題表示手段を制御することを特徴とする請求項 1 もしくは 2 に記載の訓練支援装置。

【請求項 4】

前記情報処理装置は被訓練者の訓練結果の評価基準が設定可能であり、設定された評価基準に応じて前記被訓練者の訓練結果を評価する請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の訓練支援装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、リハビリテーションを必要とする患者や、イメージトレーニングを行うことを希望する者に対して、それらの訓練を支援する装置に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

本発明の対象となるリハビリテーションおよびイメージトレーニングと脳活動の関係について説明する。病気や疾患あるいは事故等の被害を被ると、運動機能や言語能力等が衰えるなどの障害を受けることがある。このような障害を受けた患者は、脳内において運動機能を司る領域や言語機能を司る領域等が障害を受けたり、それらの領域の機能が低下していたりするとの報告があり、近年、リハビリテーションと脳活動の関係性が注目されている。

【0003】

脳そのものの構造的な破壊等により脳の機能障害を生じた患者や、脳血管系の障害のように脳そのものに構造的な破壊等を受けてはいないが脳の機能障害を生じた患者の場合、障害を受けた領域そのものの機能回復は難しいが、障害部位の周囲またはそれ以外の領域が代償して機能が回復することが知られている。非特許文献1によると、陽電子断層法等の脳計測法により明らかにされた脳の機能代償例が数多く紹介されている。

【0004】

また、非特許文献2によると、実際に運動をしている場合と、その運動を行わずに想像した場合とで脳活動を計測した結果、いずれの場合も脳内の運動を司る領域が活動していることが示されている。すなわち、実際に体を動かさなくても、脳内では運動をした時と近い活動が生じているのである。また、大脳前頭葉において一時的に記憶を保持する機能を有するワーキングメモリと呼ばれる領域においては、運動トレーニングの初期段階では活動が活発であるが、熟練してくると活動が落ちてくるとされている。このことは、慣れない運動トレーニングを行い始めた初期段階においては、その運動を身に付けるために一時的な記憶保持領域を介することが必要とされており、熟練してくるに従って、この一時的な記憶を介さずにより素早く運動できるようになるものと考えられている。

【0005】

従来、脳機能障害患者に対するリハビリテーション装置としては、半側視空間失認患者に対する訓練器（特許文献1）や、仮想世界を患者に呈示することを特

長とした装置（特許文献2）等があるが、いずれも、訓練効果と脳活動との関係に着目したものではない。また、これら以外にもリハビリテーションやイメージトレーニング等に関する方法論やそれを補う装置等において、脳活動や脳機能計測結果と訓練効果との関係に着目したものは見当たらない。

【0006】

リハビリテーションやイメージトレーニング等の訓練による効果が結果として目に見える形で現れるまでには多くの時間を要するが、従来の技術では、効果が現れるまでの過程が曖昧であった。リハビリテーションを行っている患者やイメージトレーニング等を行っているスポーツ選手等は、効果が現れるまではただ訓練を続けるだけであった。これらの訓練と脳活動との関係に着目して、訓練効果が現れるまでの段階を患者やスポーツ選手等にフィードバックし、次の訓練メニューにつなげる手段や装置はこれまでに存在しなかった。

【0007】

【特許文献1】

特開平5-300908号公報

【特許文献2】

特開2001-79050号公報

【非特許文献1】

藤井幸彦他「機能代償における脳活動の変化」神經進歩、43巻4号、第552頁-560頁、1999年8月。

【0008】

【非特許文献2】

小泉英明編著「育つ・学ぶ・癒す脳図鑑21」工作舎、第308頁-318頁、2001年07月。

【0009】

【非特許文献3】

Vlad Toronovら 撤hase Synchronize Index Medical Physics誌、24巻第4号、p. 801-815、(2000)

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、リハビリテーションやイメージトレーニング等の訓練において、訓練のさまざまな段階での訓練効果を被訓練者等に呈示し、特に訓練効果を反映して次に実行すべき訓練課題を被訓練者等に教示・提供することのできる訓練支援装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

被訓練者に訓練課題や訓練内容を呈示する訓練課題呈示と、訓練課題や訓練内容に応じた被訓練者の応答を取り込む被訓練者応答手段と、被訓練者の脳活動を計測するための脳計測手段と、前記訓練課題呈示手段を制御し、かつ訓練応答および前記脳計測手段から得る訓練過程での脳活動の計測結果を用いて、次に行うべき訓練課題を決定するための情報処理装置とを備え、訓練過程での脳活動の変化から評価しうる訓練の成果を次に行う訓練課題の決定に反映できるようにする。さらに、必要に応じて、被訓練者の応答の評価基準を変更することを可能にして、被訓練者の訓練に対する励みを与えるものにする。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、混乱を避けるため、本発明における名称の定義をする。被訓練者とは、脳計測装置を装着し、リハビリテーションやイメージトレーニング等の訓練における課題を行う者のことであり、訓練者とは、必要に応じて被訓練者に指示を与えたる、被訓練者の訓練を補助したりする者のことである。訓練者は、例えば、訓練の専門家や、医師や、被訓練者の家族や知人等である。

【0013】

（訓練支援装置の実施例）

図1は、本発明による訓練支援装置の概略構成を示すブロック図である。101は被訓練者の冠る脳計測手段、102は脳計測用信号ケーブル、103は信号変換手段である。108は、情報処理装置であり、いわゆるパソコンである。情報処理装置108には被訓練者の障害に応じて選択できる訓練プログラム、被訓練者の応答情報、被訓練者の冠る脳計測手段101を介して計測された被訓練者

脳機能に対応した計測信号等を記憶するためのメモリおよびC P Uが内蔵されるとともに、訓練者が訓練プログラムを選択する操作等を行うためのキーボードあるいはマウス等の外部入力手段 116、被訓練者の訓練プログラムによる刺激に対する応答を取り込むための被訓練者応答手段 111、訓練課題呈示 110 と計測結果表示 104 とを有する表示装置 120 および被訓練者に音声刺激を与えるためのスピーカ 112 および音声刺激に応答するためのマイク 113 が外付けされる。さらに必要に応じてハードディスクなどの外部記憶手段 117 が設けられる。

【0014】

脳計測手段 101 には被訓練者の頭皮上より近赤外光を照射する光照射プローブと、照射された近赤外光が被訓練者の頭内生体組織内において複雑な散乱や吸収を経て大脳皮質に到達し、大脳皮質の血液による吸収を受けて再び頭皮上に戻ってきた光を検出する光検出プローブとが備えられる。脳計測用ケーブル 102 には複数の光ファイバが備えられており、情報処理装置 108 の与える光照射信号が信号変換手段 103 によって光強度信号に変換された近赤外光を、照射プローブに伝送し、また、照射された近赤外光が頭皮上に戻って光検出プローブによって検出された近赤外光を信号変換手段 103 に伝送する。信号変換手段 103 は検出された近赤外光を対応する電気信号に変換して情報処理装置 108 に渡す。大脳皮質のある領域が活動するとその領域での血液量が変化するため、光照射プローブから照射された近赤外光の血液による吸収量が変化し、それに伴い被訓練者の頭皮上で光検出プローブにより検出される近赤外光の強度が変化するので、脳の活動領域や活動レベルを知ることができる。被訓練者の脳機能の計測は、このように近赤外光の照射と検出により行われる。

【0015】

訓練者が被訓練者の障害に応じて外部入力手段 116 を操作して情報処理装置 108 の訓練プログラムを選択する。情報処理装置 108 はこれに応じて表示装置 120 に訓練課題呈示 110 を表示する。あるいは、スピーカ 112 を介して音声刺激を与えるための音を出力する。被訓練者は訓練課題呈示 110 の表示あるいはスピーカ 112 による音声刺激に応答するが、この応答は、例えば、被訓

練者が被訓練者応答手段111を操作する、表示されている訓練課題呈示110の画面にタッチする、あるいは、マイク113に音声で話し掛ける等の動作を介して情報処理装置108に送られる。これとともに、脳の活動に応じた信号が脳計測手段101の光検出プローブによって検出された近赤外光を介して情報処理装置108に送られる。

【0016】

被訓練者の脳の活動に応じた信号が脳計測手段101、脳計測用ケーブル102および信号変換手段103を介して情報処理装置108に取り込まれると、予め準備されている各種の信号処理が施されて、表示装置120に計測結果表示104を表示する。例えば図2に示すように、脳の全体像の上に活動した部位1041を色づけするなどして表示することが行われる。また、図3に示すように、計測結果表示104に、検出光強度の変化などの時系列的な変化を、計測部位ごとに表示することも可能である。なお、ここでは、表示装置120に訓練課題呈示110および計測結果表示104を領域分けして並列に表示するような形で示したが、これは、それぞれの表示を個々に全面表示するものとしても良いし、表示装置120を2台設けて、それぞれに表示するものとしても良い。また、ここまで近赤外光による脳機能計測手法に基づいているが、本発明に含まれる脳計測手段は、すでに多く用いられている機能的核磁気共鳴法や陽電子断層法などによる脳計測手法や脳波計や脳磁計などであってもよく、脳計測手段を限定して用いるものではない。この場合、脳計測手段に対応した信号変換手段が採用される。

【0017】

本発明による訓練支援装置は、以上の構成および手続きに代表される脳計測手法を利用したものである。

【0018】

被訓練者または訓練者が、訓練効果を評価するのに適した脳の部位を知っており、脳計測を行う注目部位を少なくとも1つ設定することが可能な場合、図1に記載された訓練支援装置において、被訓練者または訓練者が、脳計測手段101を注目部位が測定できる頭部の箇所に装着する。または、脳計測手段101が頭

部全体を計測対象とすることができる光照射プローブおよび光検出プローブを備える場合、被訓練者または訓練者は外部入力手段116を介して少なくとも1つの注目部位に対応するプローブのアドレスを入力し、その入力を受け取った情報処理装置108がそのアドレスに対応するプローブから光照射するように、信号変換手段103に光照射信号を送る。また、このアドレスに対応するプローブから検出された光強度信号が信号変換手段103を介して情報処理装置108に取り込まれる。

【0019】

情報処理装置108は、表示装置120に訓練課題信号を送信して訓練課題呈示110に訓練課題を表示しつつ、脳計測手段101で計測された計測信号を信号変換手段103を介してリアルタイムに受け取ることができる。また、受信された計測結果は、情報処理装置108により、必要に応じて信号処理がなされても、メモリに保持し、計測結果表示104にリアルタイムに計測結果を表示することができる。

【0020】

(実施例1)

図1に記載された訓練支援装置を用いて、上記のように被訓練者または訓練者が注目部位の設定をできる場合について、具体的に訓練課題の例を挙げて説明する。また、この訓練の手順を図4に示す。

【0021】

まず、脳計測手段101を被訓練者または訓練者が注目部位を測定できるように装着する（ステップ501）。また、ここで訓練課題は計算課題であると仮定し、注目部位が大脳の前頭葉のワーキングメモリであると仮定して話を進める。訓練が開始される前から、情報処理装置108は信号変換手段103を介して脳計測用ケーブル102を通じて脳計測手段101との信号の送受信を行い注目部位の計測を開始する（ステップ502）。計測結果は情報処理装置108にリアルタイムに送信され、データの収集と計測結果表示104への表示を行う。

【0022】

次いで、訓練開始となるが、訓練課題に対応したプログラムによる訓練課題信

号が情報処理装置 108 から送信され、これに従い、図 5 に示すように表示装置 120 の訓練課題呈示 110 に計算課題が呈示される（ステップ 503）。図 5 に示すような計算課題が呈示されると、被訓練者は計算を行いその結果を被訓練者応答手段 111 に入力する（ステップ 505）。訓練課題が計算課題であるときは、被訓練者応答手段 111 は、キーボードのような数字入力の可能な装置とされる。訓練課題が音声への応答である場合には、被訓練者応答手段 111 に代えて、マイク 113 が使用される。被訓練者の応答内容はリアルタイムで情報処理装置 108 に送信され、記憶される（ステップ 506）。ステップ 506 では、被訓練者の応答内容の記録と併せて、プログラムによる訓練課題の提示の時刻、被訓練者の応答の時刻および正解との照合結果など訓練の結果の評価に有効な情報が訓練結果記録として情報処理装置 108 に保存される。訓練課題に対応したプログラムに基づいて、さらに訓練を継続するか否かが判定され（ステップ 507）、一連の訓練が終了するまで、繰り返される。ステップ 507 は計測結果表示 104 を訓練者が見て結果を評価して判断することに代えて、訓練者にプログラムに基づいて質問の形で表示して回答を得る形でも良いし、訓練課題に対応したプログラムが、予め繰り返し回数を設定しているものとしても良い。

【0023】

一方、情報処理装置 108 には、ステップ 503～ステップ 507 で実行される訓練と並行して、ステップ 502 で開始された脳の注目部位の計測信号がリアルタイムで受信されている。ステップ 507 で訓練継続否となったときは、その訓練終了から所定時間の注目部位の計測を続けて注目部位計測終了とする（ステップ 508）。リアルタイムで受信された注目部位の計測信号は計測時刻とともに情報処理装置 108 に保存され、計測結果記録とされる（ステップ 509）。

【0024】

次いで、ステップ 510 で訓練効果を評価する。本発明では、この訓練結果の評価を訓練課題呈示（ステップ 503）に対応する被訓練者の応答（ステップ 505）の状況を示す訓練結果記録（ステップ 506）のみならず、ステップ 502 で開始されステップ 509 で終了とされた脳の注目部位の計測結果記録を併せて評価する。情報処理装置 108 が行う評価の具体的な手法は種々あるが、例え

ば、以下のようにすることができる。

(1) 被訓練者の訓練結果記録（ステップ506）から、訓練課題呈示に対する被訓練者の応答の速さおよび正確さを評価する。

(2) 前記被訓練者が訓練課題に応答した時の脳活動を評価する。評価方法としては、計測結果記録から前記被訓練者の応答に対応した脳活動を求める。応答に対応した脳活動は、前記被訓練者の応答時刻と必ずしも一致して生じるわけではなく、前記応答時刻よりやや早い場合や遅い場合があるので、例えば、前記応答時刻の前後5秒程度における、注目部位の脳活動ピーク値を求める。

(3) 継続した訓練ごとに前記(1)の速さおよび正確さを求め、訓練開始時から訓練終了時にかけて、訓練を継続するに従ってどのように変化したかを評価する。

(4) 継続した訓練ごとに前記(2)の算出された脳活動ピーク値を求め、訓練開始時から訓練終了時にかけて、訓練を継続するに従ってどのように変化したかを評価する。

【0025】

ここでは、注目部位を大脳前頭葉のワーキングメモリとしているので、前記(4)の評価の結果、訓練開始時より訓練終了時の方で前記被訓練者の脳活動が減少していれば、訓練効果が現れていると判断できる。すなわち、前記被訓練者が一時的な記憶を多く介さなくとも訓練課題を行うことができるようになったことを示している。この時、前記(3)の評価の結果、速さや正確さの向上などの外部から把握できる訓練効果が現れていなくても、脳計測結果から訓練効果の向上を認めることができる。また一方で、前記(3)の評価により訓練効果が現れていれば、前記(4)の評価の結果から訓練効果を判断できなくても訓練効果の向上を認めることができる。また、前記(3)の評価により、外部から把握できる訓練効果が現れていらない場合で、かつ前記(4)の評価により、脳活動ピーク値が不变または増大傾向である場合には、訓練効果がまだ現れていないと判定する。

【0026】

例えば、前記(3)で評価する基準を、訓練効果ありと判定するためのしきい

値として応答時間3秒、正解率80%とし、訓練効果なしと判定するためのしきい値として応答時間5秒、正解率70%とする。また、前記（4）で評価する時のしきい値が、脳活動ピーク値の変化5%と設定されているものとする。この時、被訓練者の応答時間が4.5秒、正解率75%であるものの、訓練終了時の脳活動ピーク値が訓練開始時の脳活動ピーク値より5.5%減少していた場合、情報処理装置108は、応答時間と正解率と脳活動ピーク値の時系列的な変化とを表示装置120に表示するとともに、訓練効果ありという判定を表示装置120に表示し、さらにこれら評価結果と判定を次回訓練課題決定のステップに使用する。

【0027】

このように、本発明による訓練支援装置を用いることにより、目に見える訓練効果と、外部からは把握できない脳内の変化とが、相補的に働いて訓練効果を評価することが可能となる。

【0028】

一方、前記（3）の変化の結果からは訓練効果が現れていると判定できるにもかかわらず、前記（4）の変化について見ると脳活動ピーク値が不变または増大傾向であり、訓練効果がまだ現れていないと矛盾した結果になることもありうる。この場合は、脳活動の面では見るべき成果をあげていないと評価できる。すなわち、その時に行っていた訓練課題では脳の注目部位を充分に刺激しているとは言えないので、このような場合には、訓練課題を変更して訓練して評価する必要がある。

【0029】

上述の評価は、現在の一連の訓練結果と脳計測の結果によるものであるが、情報処理装置108には、被訓練者についてのこの種の訓練結果を蓄積することができるから、今回の訓練結果と計測結果に対して、前回以前の訓練結果と計測結果との比較もすることができる。すなわち、訓練結果と計測結果を統計的に評価することにより、外見で見える成果、外見では見えない成果について総合的に評価できる。

【0030】

情報処理装置108は、このような評価方法についてのプログラムをいくつか実装し、これらの評価結果を表示することにより、訓練者が、被訓練者の訓練結果を評価するのを助けることができる。もちろん、訓練者によって被訓練者ごとに予め選択された評価法により自動的に評価するものとしても良い。

【0031】

次に、上述の評価結果に基づき、次の訓練課題を決定する（ステップ511）。次の訓練課題は、訓練効果が現れているという評価であれば、被訓練者が応答に要する時間の標準時間を短くしたり、より複雑な計算課題を課したりすることにより難易度の高い課題を決定し、訓練効果が現れていないという判定であれば、同程度の課題かもしくはより易しい課題を決定する。あるいは、訓練課題を変更する。

【0032】

例えば、ステップ510におけるしきい値が前述と同様である場合について述べる。前記（3）および（4）の評価の結果、被訓練者の応答時間12秒、正解率75%であり、脳活動ピーク値が3.0%減少した場合、情報処理装置108は表示装置120にこれらの評価結果を表示するとともに、訓練効果なしとという判定を表示装置120に表示する。また同時に、情報処理装置108は、訓練課題の正解率が90%以上ならば難易度が低いと判定して次の訓練課題の難易度を高くし、50%未満ならば難易度が高いと判定し次の訓練課題の難易度を低くするという処理を行う。また、応答時間も難易度の判定に用いることができ、10秒以上は難易度が高く、1秒未満は難易度が低いと判定する。この場合、応答時間が10秒を上回っているので、難易度が高いと判定し、次の訓練課題の難易度を低く設定する。より具体的には、3桁の乗算課題から2桁の乗算課題とし、次の訓練課題の内容を、評価結果および訓練効果の判定と併せて、表示装置120に表示する。また、次回訓練を行う時に、情報処理装置108が被訓練者の名前やIDの入力を受け付けることにより、被訓練者の訓練課題を読み出して訓練を開始することができる。

【0033】

次に、訓練課題を記憶課題とした場合の訓練手続きを説明する。訓練課題が計

算課題から記憶課題に変わっても図4のフローは変える必要はない。訓練課題を変更した場合、訓練課題に応じて注目部位を設定する必要があるが、ここでは計算課題と同じ大脳前頭葉のワーキングメモリを注目部位として設定する。

【0034】

ステップ503では訓練課題表示110に、図6に示すように、記憶課題として写真や絵などの画像が表示される。訓練課題表示110では、記憶画像を短時間表示したのちに一旦消滅させる。次いで、記憶できているかどうかを確認する再認画像が表示される。図7（A）～（C）は再認画像の例を示す図である。図7（A）は正解画像と誤り画像とを並置して表示する例、図7（B）は誤り画像のみを表示する例、図7（C）は正解画像のみを表示する例である。被訓練者は再認画像の表示に対応して図7（A）ではどちらが正しい画像かを判断して被訓練者応答手段111にその応答を入力する。あるいは、訓練課題表示110の正解画像にタッチすることで応答を入力する。図7（B）および（C）では訓練者応答手段111に正または誤りの応答を入力する。あるいは、再認画像の脇に表示した正または誤りの文字にタッチすることで応答を入力する。

【0035】

訓練課題が計算課題から記憶課題に変わっても図4のフローは変える必要はなく、図4のステップ510による訓練効果評価においても計算課題と同様の手続きで評価することができる。すなわち、被訓練者の応答の速さおよび正確さと、脳活動の評価とを、前記（1）～（4）の評価手法を用いることができる。

【0036】

（実施例2）

次に、被訓練者が脳損傷患者である場合などで、注目部位が事前に特定できない場合について述べる。この場合は、まず注目部位を特定するための探索を行い、その後、注目部位に対する脳活動計測および訓練をすることになる。装置の全体構成としては、この場合も、図1に示すものと同じで良い。図8に探索のための計測およびこれに続く訓練のフローを示す。この場合の計測でも、計測信号あるいは被訓練者の応答信号のみならず、信号のタイミングも、先の例と同様に取り込まれるのは、当然である。

【0037】

まず、脳計測手段101を脳全体が計測できるように被訓練者頭部に装着する。ここでは、被訓練者は脳に障害を被っており、左手指に麻痺が生じているものとし、注目部位を探索するための探索課題を運動課題とする。被訓練者が脳に障害を被っており、障害部位が活動を示さない場合には、課題に応じて活動する脳の代償部位を探索しなければならない。

【0038】

探索開始に先行して、脳活動の計測を開始する（ステップ801）。これは、図4で説明した訓練の場合のステップ502と同じである。情報処理装置108は信号変換手段103および脳計測用ケーブル102を通じて脳計測手段101との信号の送受信を行い脳全体の計測を開始し、情報処理装置108はリアルタイムで計測結果を受信する。この状態で、被訓練者に対して訓練課題表示110上に探索課題を提示する（ステップ802）。被訓練者の懸命の努力にも関わらず左手が全く動かない場合には、被訓練者がイメージトレーニングを行いやすいように、訓練課題表示110上には文章による指示だけでなく、例えば、左手画像を表示する。訓練課題表示110上に表示された左手画像の一例を図9（A），（B）に示す。図9（A）は手のひらを広げた画像であり、図9（B）は手を握った画像である。これらを交互に表示して、これに追随した動作を行わせるのである。もちろん、それらの画像の間を埋める連続的な動画として表示するのも良い。さらには、音声による指示を加えても良い。探索課題が表示されると、被訓練者は、その表示に追随しようと可能な限り真似し、動作が不可能な場合はその動作をイメージする。被訓練者の動作は応答手段111に入力され（ステップ804）、被訓練者の応答がデータとして情報処理装置108に取り込まれる（ステップ805）。

【0039】

一方、ステップ801で開始された脳全体の計測データは、先にも述べたように、リアルタイムで情報処理装置108に取り込まれているが、説明の都合上、脳全体の計測データが計測結果記録される形でステップ806に表記される。ステップ805の応答結果記録とステップ806の計測結果記録は、探索課題に応

答した被訓練者の動作あるいはイメージのタイミングと、脳全体の計測データのタイミングとを対比し、同期性を評価するために用いられる。情報処理装置108は脳計測部位ごとに探索課題に応答した被訓練者の動作とが同期しているかどうかを評価する。同期性の評価法としては、相関係数や、非特許文献3などに代表される計算方法を用いて、同期している箇所を判定する。同期性の判定結果は、同期性判定結果記録として情報処理装置108に保存される（ステップ808）。同期性の評価を行うためには、探索課題を短時間でできるだけ数多く表示するのが良い。脳活動部位との同期をとりやすいように、情報処理装置108は、信号変換手段103からこの計測結果をリアルタイムに受け取り、同時に手を握る動作および手を開く動作の探索課題を表示する信号を訓練課題表示110上に送信した時刻をそれぞれ計測結果に刻み込む。ステップ808で同期している脳活動部位がわかれれば、探索継続は否とされ（ステップ809）、すぐ、訓練開始に移行するときは、のその部位を注目部位として、訓練を開始する（ステップ810）。また、被訓練者の疲労度に応じて、探索または訓練を終了する（ステップ809、ステップ810）ことも可能である。この場合は、この段階で計測を終了する（ステップ811）。探索手順により注目部位が特定された後の訓練手順は図4と対照して明らかのように、同じ手順によればよい。

【0040】

また、上記の例において、情報処理装置108による自動的な判定によらずとも、被訓練者または訓練者の判断によって同期性を判定することも可能とする。図2もしくは図3のように計測結果が表示され、これを観察した被訓練者または訓練者が同期している脳活動部位を判断し、外部入力手段116により注目部位設定を行い、訓練を開始することもできる。

【0041】

（実施例3）

また、図1に記載された訓練支援装置は、情報処理装置108が計算や判定を行う場合の評価基準を、被訓練者または訓練者が外部入力手段116から入力することによって設定可能である。例えば、被訓練者がイメージトレーニングを行った場合、訓練の初期段階では、訓練効果が脳計測結果になかなか現れない可能

性がある。訓練効果が現れないと、被訓練者の訓練に対する意欲や動機が下がる可能性があるので、情報処理装置108の評価基準を低めに設定することにより、ちょっとした脳計測結果の変化も訓練効果があったものとして判定できるようになる。このような評価基準設定のステップを導入した訓練の手順を図10に示す。図10を図4と対比して分かるように、評価基準の変更要否を質問するステップ1101と評価基準の手動設定のステップ1102が追加された他は図4に示す訓練の手順と同じである。

【0042】

図10に示す訓練の手順を採用する場合には、ステップ507で何度か訓練継続が選択された後、外見から分かる訓練結果が思わしくないと思われたとき、ステップ1101の評価基準変更要否の質問に対してYesを選択して、評価基準の手動設定のステップ1102に移行して、訓練結果を考慮した評価基準に変更する。すなわち、訓練の繰り返しのスタート時に評価基準の変更要否をチェックして、必要なら、評価基準を下げて訓練をすることにする。もちろん、被訓練者の訓練に対する成果が非常に良く表れたときは、評価基準を上げて訓練をすることにするのも良い。もちろん、前回の訓練結果から、今回の訓練の最初から評価基準を変更するものとしても良い。

【0043】

(実施例4)

また、脳損傷患者のように、脳損傷部位に代わって機能する代償部位を探索する場合についても、その探索課題に対して評価基準を設定することが可能である。このような評価基準設定のステップを導入した探索のための計測およびこれに続く訓練のフローを図11に示す。図11を図8と対比して分かるように、評価基準の変更要否を質問するステップ1201と評価基準の手動設定のステップ1202および訓練の手順に評価基準の変更要否を質問するステップ1101と評価基準の手動設定のステップ1102が追加された他は図8に示す探索のための計測およびこれに続く訓練のフローと同じである。

【0044】

図11に示す探索のための計測およびこれに続く訓練の手順を採用する場合に

は、ステップ 809 で何度か探索継続が選択された後、外見から分かる探索結果が思わしくないと思われたとき、ステップ 1201 の評価基準変更要否の質問に對して Yes を選択して、評価基準の手動設定のステップ 1202 に移行して、探索結果を考慮した評価基準に変更する。訓練の手順での評価基準変更は前述した通りである。すなわち、探索の繰り返しのスタート時に評価基準の変更要否をチェックして、必要なら、評価基準を下げて探索をすることにする。もちろん、被訓練者の障害の程度が非常に高いときには、最初から、評価基準を下げて探索をすることにするのも良い。

【0045】

また、図 1 に記載の訓練支援装置について、上記に挙げたあらゆる手続きは、次に行うべき訓練課題を、情報処理装置 108 が自動的に判定することも可能であり、被訓練者または訓練者によって次に行うべき訓練課題を決定することも可能である。被訓練者または訓練者は、被訓練者の訓練効果を目視により判断したり、計測結果表示 104 に呈示された計測結果から訓練効果を判断したりすることにより、外部入力手段 116 を利用して、次に行うべき訓練課題を情報処理装置 108 に入力することが可能である。

【0046】

(実施例 5)

また、本発明による訓練支援装置は、四肢不自由な乳幼児にも適用可能である。近年、生後間もない乳幼児が四肢不自由である場合のリハビリテーションが行われつつある。しかし、乳幼児は意味を持つ言葉を発することができないため、四肢不自由が先天的なものか後天的なものかが判定できないという問題がある。また、乳幼児に対して早期の対策が施されれば、脳機能や運動機能が優れた発達段階にあるため、先天的に失われている機能を回復したり、後天的に生じる可能性のある機能障害を抑制したりすることが期待される。

【0047】

乳幼児は意味を持つ言葉を発することができない上に言葉を十分には理解できない。したがって、訓練課題の提示は、もっぱら画面および音声によるものとし、応答の検出も画面へのタッチおよび音声への体の動きによるものとする他は無

い。

【0048】

(実施例 6)

また、本発明は、障害を受けた人の訓練のみならず、スポーツのイメージトレーニングに利用できる。この場合、訓練課題呈示 110 には、図 12 (A) や (B) のようにスポーツやそれに関わるトレーニングの映像が呈示される。被訓練者は映像を見ながら自分がそのスポーツを行っている様子をイメージし、同時に脳機能計測を行い、上記の各種手続きにより訓練効果を評価するとともに訓練のメニューの工夫をすることができる。

【0049】

【発明の効果】

外見から評価できる訓練効果と、これに対応する脳の働きとを対比した訓練評価ができるので、訓練の最適化をすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による訓練支援装置の概略構成を示すブロック図。

【図 2】

脳の活動に応じた脳計測結果の表示例を示す図。

【図 3】

脳の活動に応じた脳計測結果の他の表示例を示す図。

【図 4】

本発明の第 1 の実施例の訓練手順のフローチャートを示す図。

【図 5】

本発明の第 1 の実施例の訓練手順における計算訓練課題の呈示画面の一例を示す図。

【図 6】

本発明の第 1 の実施例の訓練手順における記憶訓練課題の呈示画面の一例を示す図。

【図 7】

(A) - (C) は図 6 の記憶訓練課題の表示に対する選択回答の表示画面の一例を示す図。

【図 8】

本発明の第 2 の実施例の脳損傷の注目部位を探索するための探索手順のフローチャートを示す図。

【図 9】

(A) および (B) 本発明の第 2 の実施例のイメージトレーニングの訓練課題の表示画面の例を示す図。

【図 10】

本発明の第 3 の実施例の訓練手順のフローチャートを示す図。

【図 11】

本発明の第 4 の実施例の訓練手順のフローチャートを示す図。

【図 12】

本発明の第 6 の実施例のイメージトレーニングの訓練課題の表示画面の例を示す図。

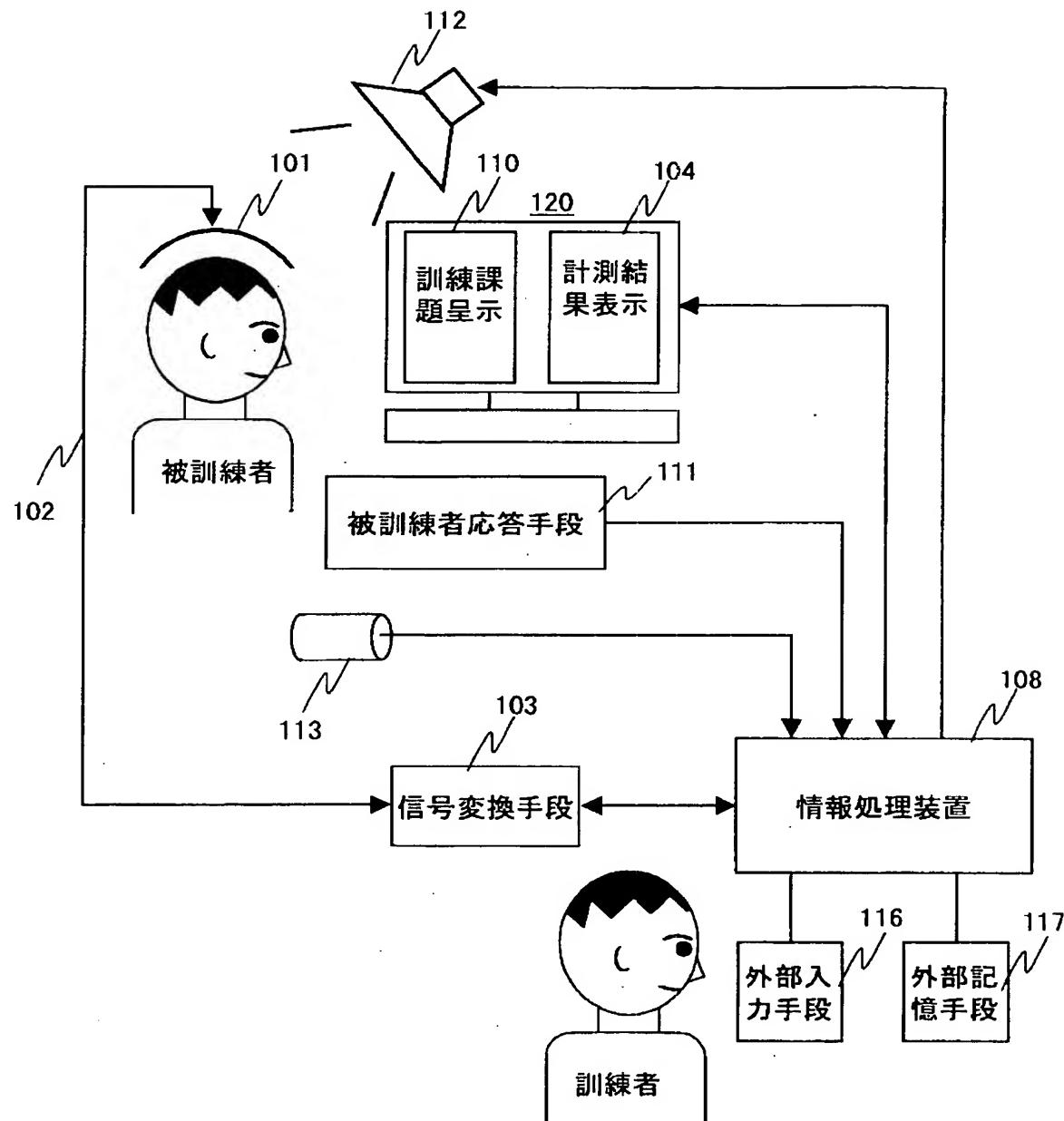
【符号の説明】

101…脳計測手段、 102…脳計測用ケーブル、 103…信号変換手段、 104…計測結果表示、 108…情報処理装置、 110…訓練課題表示画面、 111…被訓練者応答手段、 112…スピーカ、 113…マイク、 116…外部入力手段、 117…外部記憶手段、 120…表示装置。

【書類名】 図面

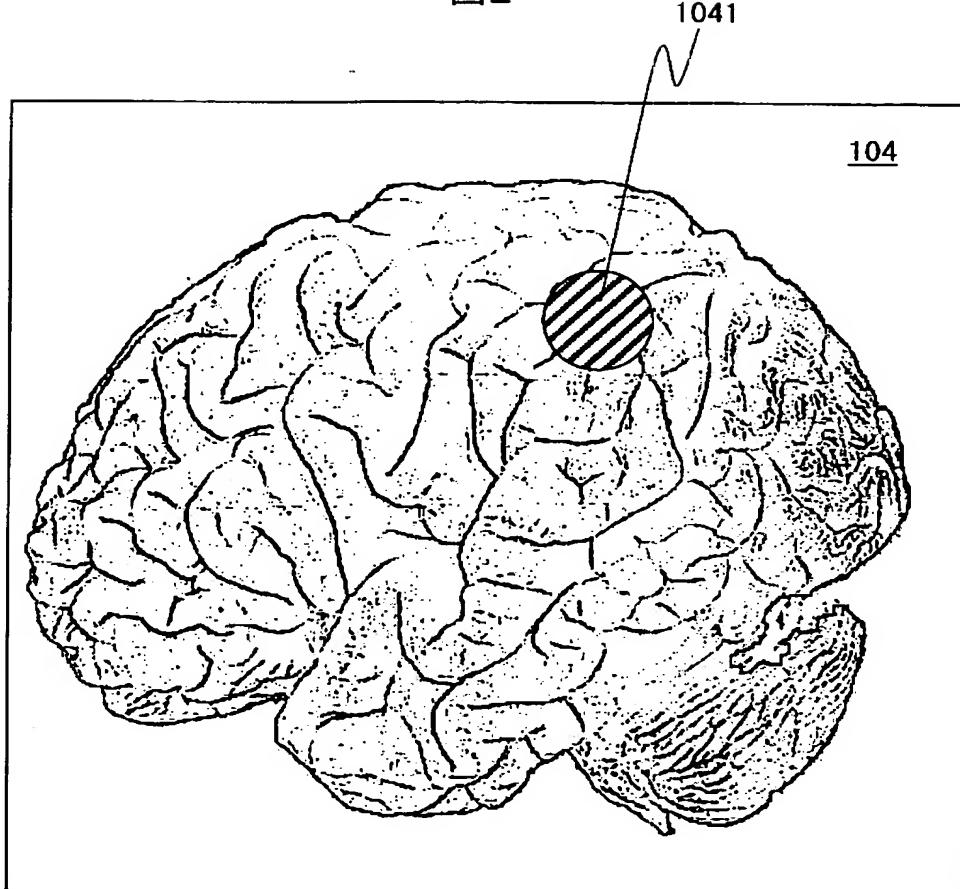
【図 1】

図1



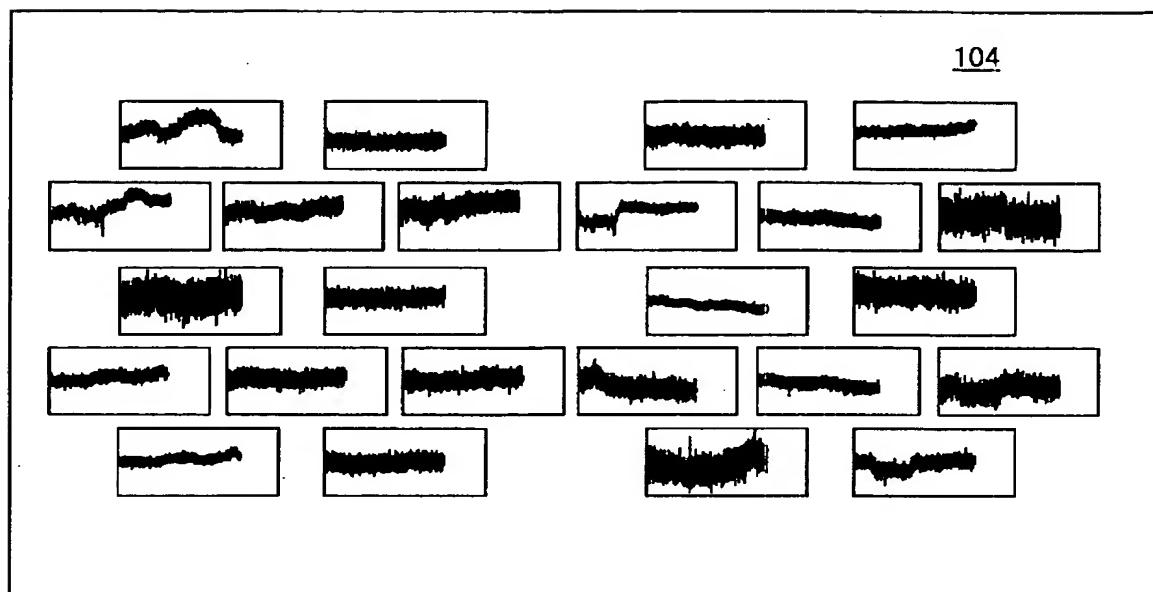
【図2】

図2



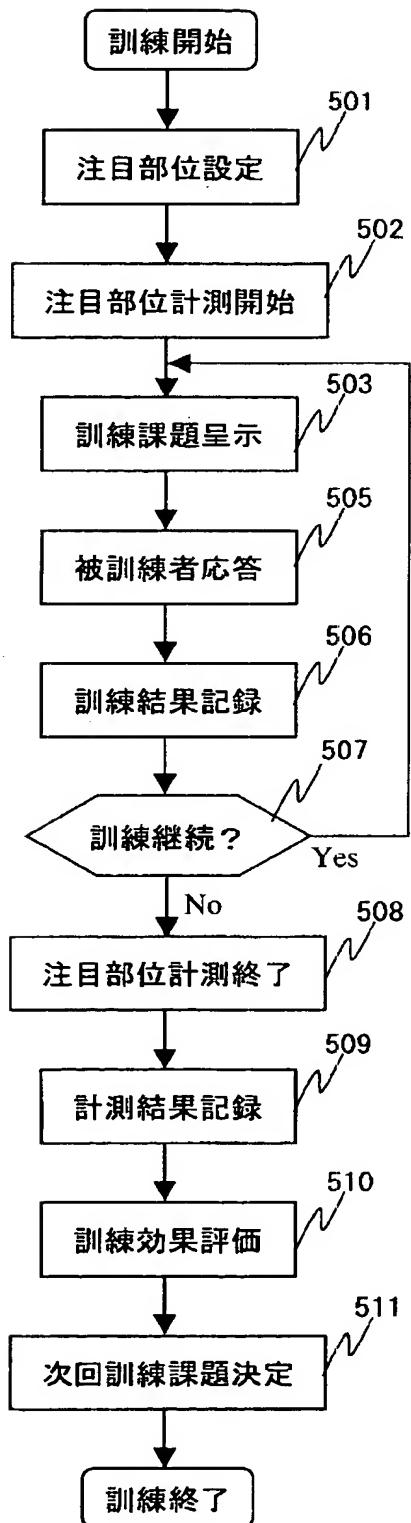
【図3】

図3



【図4】

図4



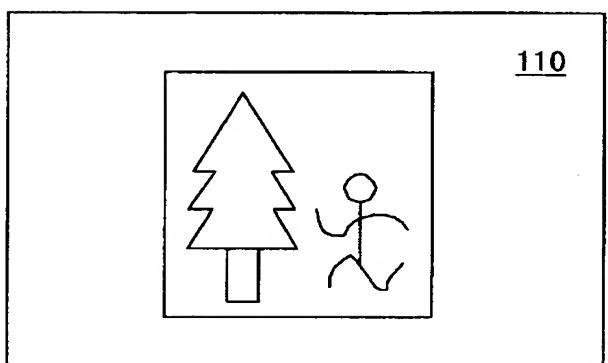
【図5】

図5

$3 + 4 = \square$	<u>110</u>
$2 + \square = 11$	
$\square - 5 = 19$	
•	
•	

【図6】

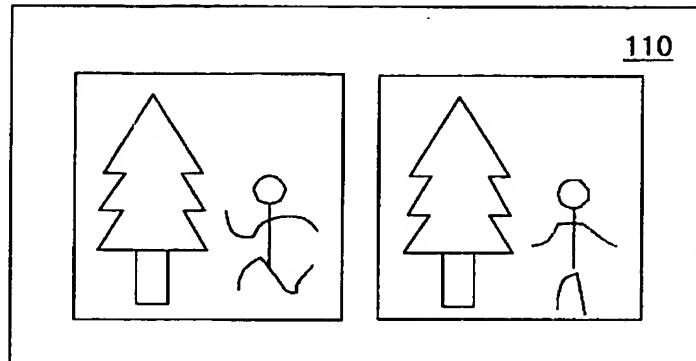
図6



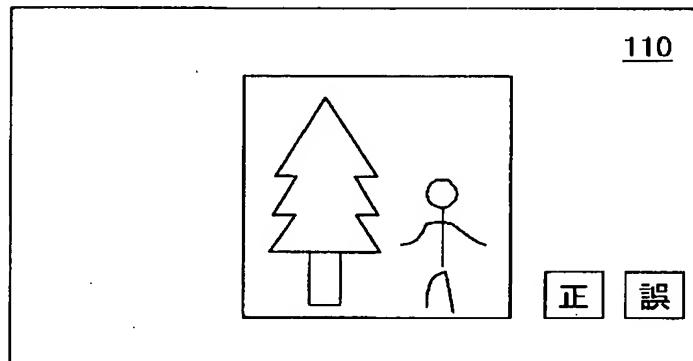
【図7】

図7

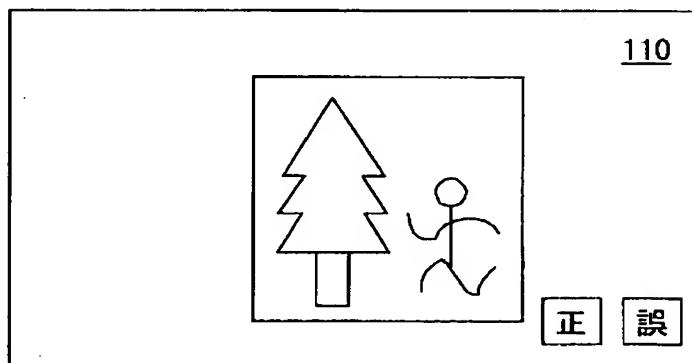
(A)



(B)

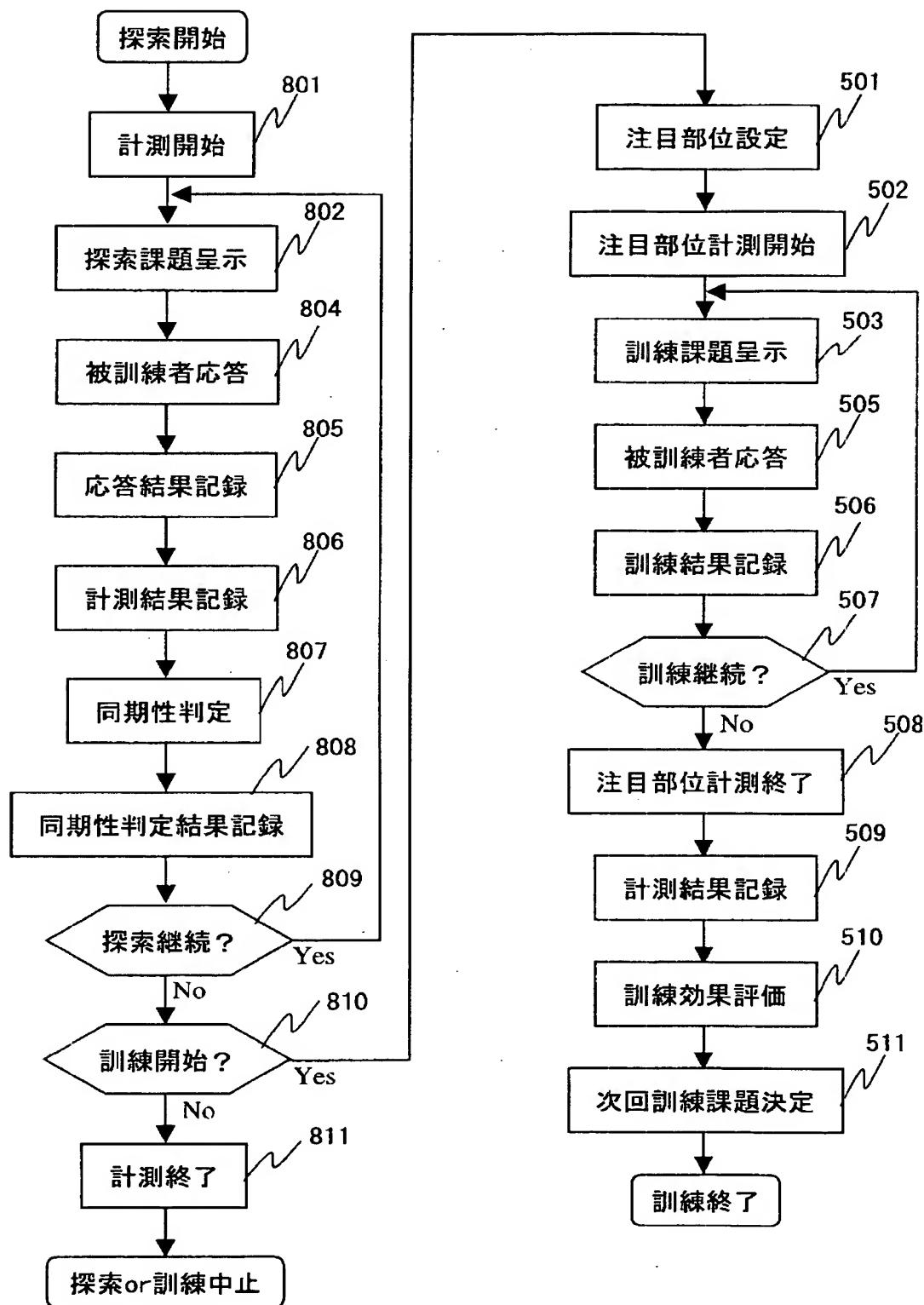


(C)



【図8】

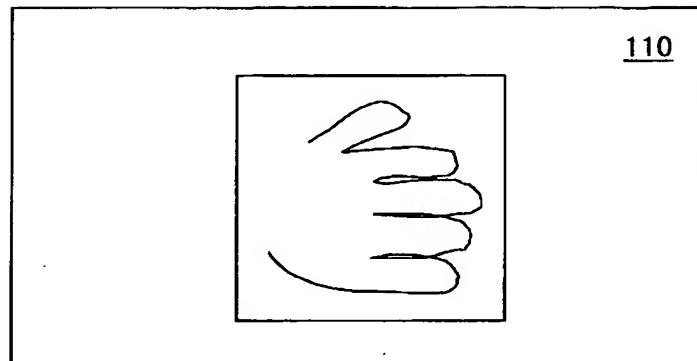
図8



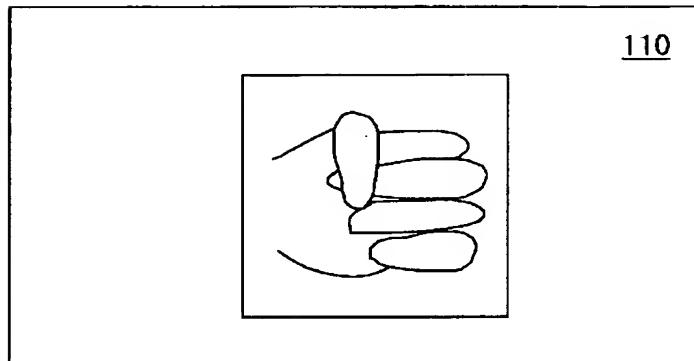
【図9】

図9

(A)

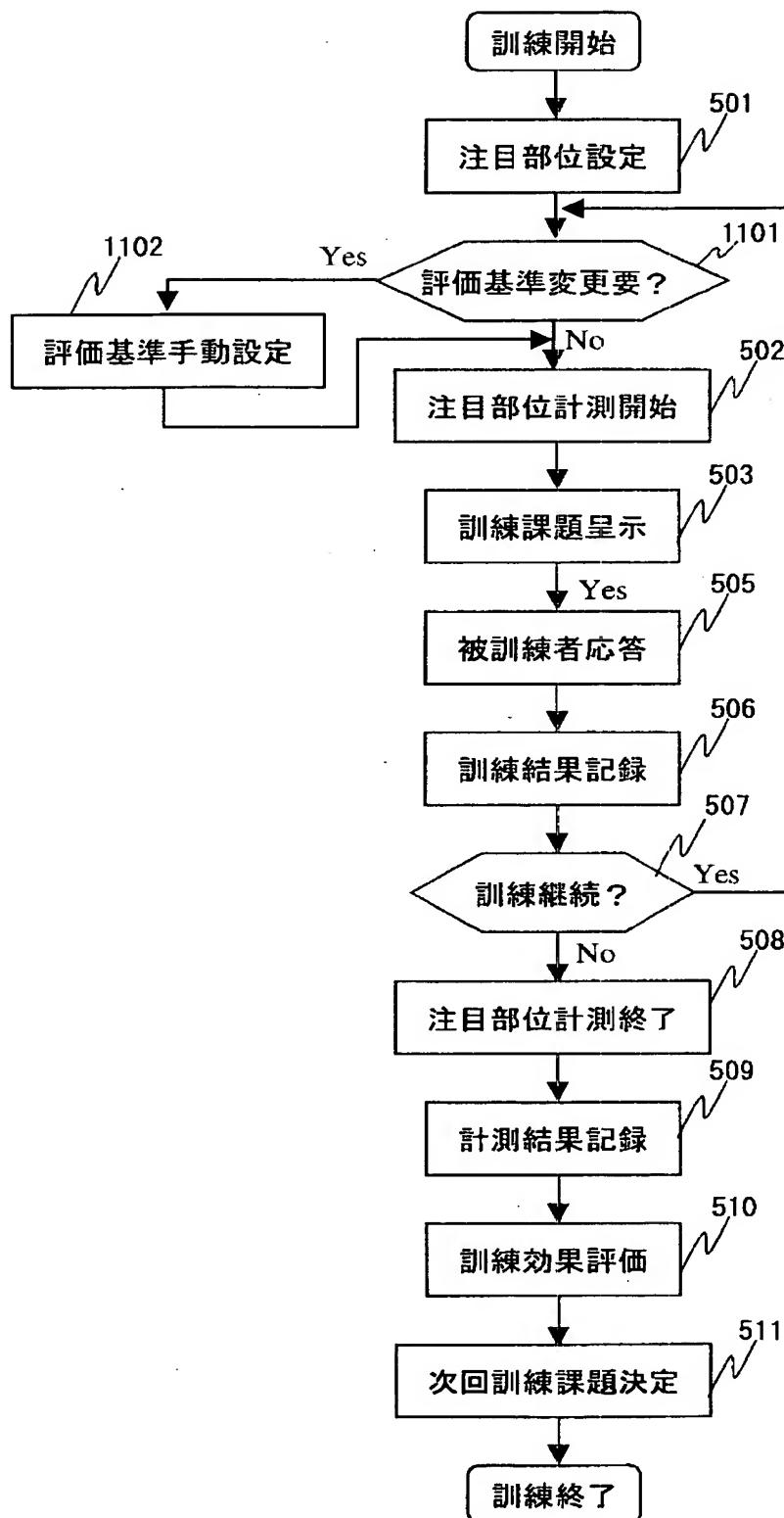


(B)



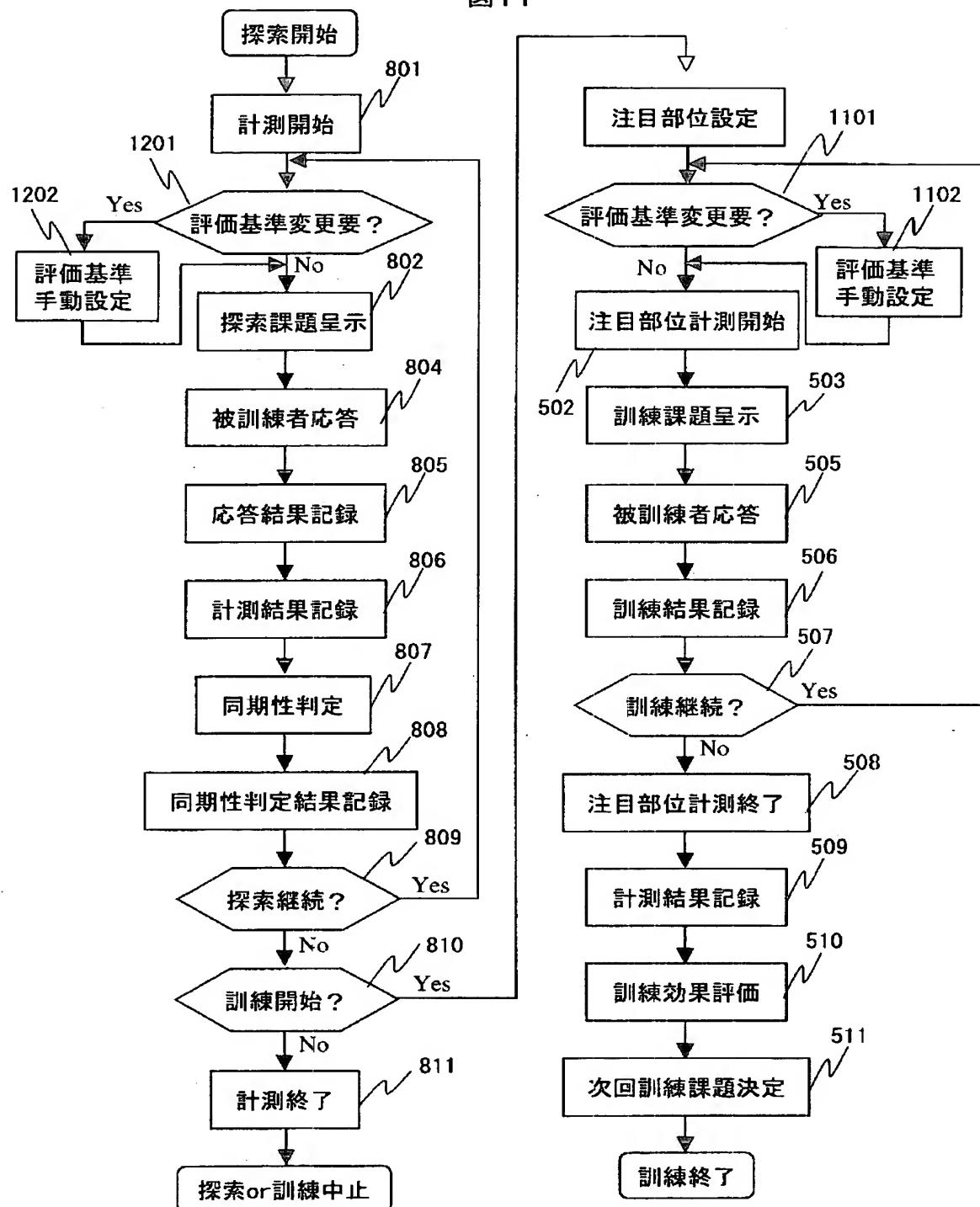
【図10】

図10



【図11】

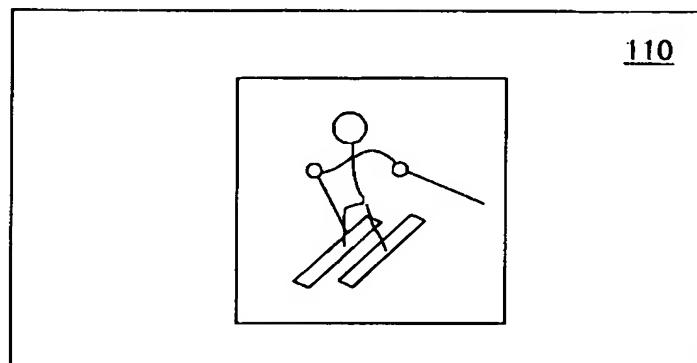
図11



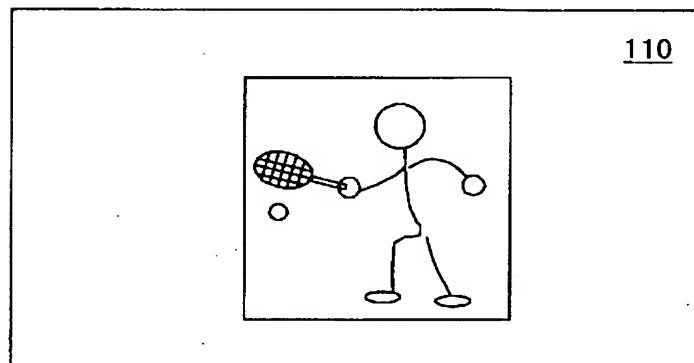
【図12】

図12

(A)



(B)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 外見から評価できる訓練効果と、これに対応する脳の働きとを対比した訓練評価をして、訓練の最適化をする。

【解決手段】 訓練課題呈示 110 の指示に従って被訓練者が訓練を行い、被訓練者応答手段 111 を用いて応答する。同時に脳計測手段 101 と脳計測用ケーブル 102 を利用した信号変換手段 103 が被訓練者の脳活動を計測する。被訓練者の応答と脳計測結果とを対比して、訓練効果の評価と次に行うべき訓練課題を決める。

【選択図】 図 1

特願2003-084339

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所